



Министерство образования и науки Самарской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области

«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»  
(ГБПОУ «СЭК»)

Л.Г. Будников, Д.С. Привалов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

для студентов специальности  
13.02.01 Тепловые электрические станции  
углублённая подготовка

Самара 2017

Печатается по решению методического совета государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Самарской области «Самарский энергетический колледж»

Методические рекомендации по выполнению и защите выпускной квалификационной работы для студентов специальности 13.02.01 / сост. Будников Л.Г., Привалов Д.С. – Самара: ГБПОУ «СЭК», 2017 – 36 с.

Издание содержит методические рекомендации по выполнению и защите выпускной квалификационной работы для студентов специальности 13.02.01  
*Тепловые электрические станции*

Замечания, предложения и пожелания направлять в ГБПОУ «Самарский энергетический колледж» по адресу: 443001, г. Самара, ул. Самарская 205-А или по электронной почте [info@sam-ek.ru](mailto:info@sam-ek.ru)

## Введение

Цель методических рекомендаций – оказание помощи в выполнении дипломного проекта.

Дипломный проект является самостоятельной выпускной квалификационной работой обучающегося, на основании которой Государственная экзаменационная комиссия решает вопрос о присвоении обучающемуся квалификации специалиста «старший техник-теплотехник». Дипломный проект (ДП) – это форма итоговой государственной аттестации, обеспечивающая наиболее глубокую и системную проверку подготовки выпускников к профессиональной деятельности. В процессе выполнения дипломного проекта обучающиеся закрепляют и расширяют полученные знания, умения, навыки, общие и профессиональные компетенции. К выполнению дипломного проекта допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план по всем видам теоретического и производственного обучения на основании приказа директора.

Тематику дипломного проекта и индивидуальное задание разрабатывает руководитель ДП (далее – руководитель), рассматривают на заседании кафедры. Задание на ДП выдают обучающемуся не позднее, чем за две недели до начала преддипломной практики. Для оказания консультативной помощи при разработке отдельных частей дипломного проекта, кроме руководителя, назначают консультантов.

Для контроля степени готовности каждого обучающегося составляют индивидуальный график выполнения дипломного проекта (Приложение 6).

По окончании дипломного проектирования пояснительную записку и графическую часть дипломного проекта подписывают у руководителя, который составляет отзыв (Приложение 4) о дипломном проекте, затем диплом направляют на рецензирование. Внесение дополнений или изменений в проект после рецензирования не допускается. Дипломный проект вместе с заданием, отзывом и рецензией сдают заместителю директора по учебной работе. После ознакомления с проектом, отзывом и рецензией заместитель директора решает вопрос о допуске выпускника к защите.

В процессе подготовки дипломного проекта к защите *студент выполняет следующие функции:*

- В оценивает актуальность и значимость проблемы, связанной с темой ДП;
- В совместно с руководителем уточняет задание на дипломный проект и график его выполнения;
- В осуществляет сбор и обработку информации по теме дипломного проекта, изучает и анализирует полученные материалы;
- В формулирует цель и задачи;
- В проводит обоснование темы (проблемы), исследования, разработки в соответствии с заданием на ДП;
- В даёт профессиональную аргументацию своего варианта решения проблемы;
- В принимает самостоятельные решения с учётом мнений руководителя и консультантов;

В формулирует логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по внедрению полученных результатов;

В готовит доклад для защиты ДП, в том числе сопутствующие средства представления результатов ДП: презентацию, видеоролики и т. д.

При выполнении ДП *студент несёт персональную ответственность за:*

- ~ соблюдение графика выполнения;
- ~ самостоятельность выполнения ДП;
- ~ достоверность представленных данных и результатов;
- ~ оформление, структуру и содержание ДП в соответствии с методическими указаниями по ее выполнению;
- ~ соответствие предоставленных ГЭК электронных версий (ДП, презентационных материалов и доклада) бумажным версиям документов;
- ~ исправление недостатков в ДП, выявленных руководителем и консультантом.

Ответственность студента за сведения (и/или данные), представленные в дипломном проекте, подтверждается его подписью на титульном листе.

### Структура и объём дипломного проекта

Дипломный проект состоит из текстового документа (пояснительной записки), и графической части (чертежей, графиков, диаграмм).

**Пояснительная записка** объёмом 55-80 листов выполняется в строгом соответствии с требованиями ГОСТ и включает:

- титульный лист – это первый лист дипломного проекта, его заполняют по форме, приведённой в Приложении 1;
- задание на дипломный проект выдается студенту индивидуально и оформляется на бланке (Приложение 2). В задании указываются сведения о специальности, Ф.И.О и учебная группа студента, тема проекта, дата выдачи задания и срок окончания проектирования, Ф.И.О руководителя и консультантов;
- содержание включает все разделы и подразделы проекта с указанием страниц (Приложение 3):
  - введение (1-2 листа);
  - технологическая часть (15-23 листа);
  - экономическая часть (10-15 листов);
  - заключение (1-2 листа);
  - список использованных источников (не менее 20 источников);
- приложения (могут содержать графики, рисунки, таблицы, номограммы, которые выпускник счёл нужным вынести из основной или других частей ДП)

**Графическая часть** проекта оформляется на листах формата А 1, которая состоит из:

- комбинированной, принципиальной технологической схемы установки (блока) с обязательной автоматизацией основного аппарата;
- чертежа общего вида основного аппарата;
- чертежа общего вида вспомогательного аппарата;

– таблицы ТЭП (технико-экономические показатели)

Пояснительная записка и графическая часть проекта оформляются в соответствии с требованием государственных стандартов ГОСТ 2.105-95 единой системы конструкторской документации (ЕСКД). В состав дипломного проекта в соответствии с заданием могут входить также макеты моделей оборудования, являющиеся объектом проектирования.

## Содержание разделов пояснительной записки дипломного проекта

*Титульный лист* является первым листом документа, единую форму которого устанавливает ГОСТ 2.105-95. Титульный лист выполняется на листе формата А4 (Приложение 1).

*Задание* для дипломного проекта выдается на соответствующем бланке (Приложение 2). В задании приводится перечень вопросов, подлежащих разработке. Задание и отзыв вкладываются в работу отдельно.

В *содержании* (Приложение 3) дипломного проекта представлены: наименования всех разделов и подразделов, наименование приложений с указанием номеров страниц. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте.

*Введение* является важной составной частью проекта. Во введении раскрывается актуальность и значение темы выпускной квалификационной работы, даётся обоснование выбора, формулируются цели и задачи работы, раскрывается социальная значимость выбранной профессии, даётся краткая историческая справка (в соответствии с выбранной темой). В первом предложении называется тема ВКР.

*Актуальность темы* рассматривается с позиций социальной и практической значимости. В данном пункте необходимо раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень её проработанности в различных трудах. Здесь же можно перечислить источники информации, используемые для исследования.

*Задачи* (как идти к результату). Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов ДП. Как правило, формулируются 3-4 задачи.

*Пример Введение:*

.....

Задачи дипломного проекта:

- произвести расчет тепловой схемы станции;
- осуществить выбор вспомогательного оборудования станции;
- изложить требования охраны труда и окружающей среды;
- выполнить тепловой или гидравлический расчет для специальной части проекта.

## Технологическая часть

### ***1. Выбор типа и количества энергетических и водогрейных котлов и турбин. Проверка надежности работы ТЭЦ.***

Общая характеристика проектируемой станции в соответствии с нормами

технологического проектирования, выбор основного оборудования (котлов, турбин). Назначение проектируемой станции и краткая характеристика выбранных котлов и турбин (блоков), входящих в состав тепловой схемы станции.

*Пример:*

## ВЫБОР ТИПА И КОЛИЧЕСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ И ТУРБИН

### Выбор турбин

В задании на проектирование дана промышленно-отопительная ТЭЦ со следующими нагрузками:

- электрическая мощность 220 МВт;
- промышленно-отопительная нагрузка 970 т/ч;
- коммунально-бытовая нагрузка 600 ГДж/ч;
- температурный график 150/70 °С.

Для покрытия заданных нагрузок установлены турбины типа ПТ-60-130/13 в количестве двух единиц и две турбины типа Р-50-130/13

### Режим работы турбин

ПТ-60-130/13

$D = 387$  т/ч МВт

$D_{\text{пр}} = 250$  т/ч

$Q_{\text{он}} = 160$  ГДж/ч

Р-50-130/13 т/ч МВт

Выбранные турбины обеспечивают как электрическую так и промышленную нагрузку. Часть тепловой нагрузки обеспечивают ПВК.

Турбина ПТ-60-130 мощностью 60 МВт рассчитана для работы паром с давлением 12,75 МПа и температурой 565 °С. Давление в конденсаторе 0,0029 МПа. Турбина имеет 2 регулируемых и 5 нерегулируемых отбора пара.

Производственный отбор пара после 16-ой ступени ЦВД при давлении 12,75±3 МПа с отбором при номинальном режиме 32,1 МПа.

Теплофикационный отбор после 9-ой ступени ЦВД при давлении 1,17-2,45 МПа в количестве при номинальном режиме 23,9 МПа.

При выключенном теплофикационном отборе допускается производственный отбор до 64 МПа. При выключенном производственном отборе допускается теплофикационный отбор до 44,9 МПа.

В номинальном режиме расход пара на турбину 387 т/ч.

Паровая турбина типа Р-50-130/13 с противодавлением имеет номинальную мощность 50 МВт при 3000 об/мин, предназначена для непосредственного привода генератора переменного тока типа ТВФ-60-2 мощностью 60 МВт...

## ***2. Составление и описание принципиальной тепловой схемы электростанции, её расчет.***

Данный раздел выполняют в виде расчёта, составления принципиальной тепловой схемы станции. Её рассчитывают и оформляют в виде таблицы, кото-

рая содержит параметры, необходимые для дальнейшего расчёта тепловой схемы станции в соответствии с требованиями НТП, ГОСТ, ОСТ, ТУ, СТП.

*Пример:*

## СОСТАВЛЕНИЕ, РАСЧЁТ И ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Тепловая схема составлена на основе принципиальной типовой схемы турбоустановки ПТ-60-130/13.

При составлении схемы учтено:

- схема подготовки добавочной воды (подпитки котлов и подпитки тепловых сетей);
- схема отпуска пара на производство (непосредственно из коллектора производственного отбора);
- схема возврата конденсата с производства; -схема использования тепла непрерывной продувки;
- схема отпуска тепла коммунально-бытовым потребителям (отпуск производится в виде горячей воды, которую получают путем последовательного подогрева ее в основных и пиковых бойлерах)

Параметры пара, воды и конденсата греющего пара в характерных точках схемы определены по давлениям пара в отборах. Данные приведены в таблице:

Таблица 1 – Таблица параметров пара, воды и конденсата греющего пара

	Пар			Конденсат греющего пара		Вода	
	p	i	t	t <sup>H</sup>	t <sup>H</sup>	t <sub>П</sub>	t <sub>П</sub>
Перед СК	12,75	3520	565	-	-	-	-
Перед I ст	12,76	3520	563	-	-	-	-
В камере: отбор	13,76	3220	405	1070	254,76	242,85	1020
II отбор	2,25	3110	342	945	225	217,85	915
III отбор	1,27	2995	280	815	194,04	188,09	790
Д-0,6 МПа	0,6	2995	-	670	158,1	158,1	670

### **3. Выбор вспомогательного оборудования тепловой схемы станции:**

- оборудование, поставляемое в комплекте с турбиной (выбирается без расчета);
- выбор деаэраторов, питательных насосов, оборудование теплофикационной установки, подпитки котлов и теплосети.

Данный раздел включает в себя расчёт и выбор вспомогательного оборудования в соответствии с требованиями НТП и выбором оборудования по результатам расчётов, выбором с помощью справочных материалов марок, типов, отраслевых каталогов, интернет-ресурсов.

*Пример:*

.....Выбор деаэраторов питательной воды

Выбор деаэраторов питательной воды производят по максимальному расходу питательной воды. Нормы запаса питательной воды в основных деаэраторах – 7 минут.

К основным деаэраторам предусмотрен резервный подвод пара для удержания давления в них при сбросах нагрузки и деаэрации воды при пусках.

Выпар деаэратора использован в схеме станции

Максимальный расход питательной воды  $D_{\text{пв}}^{\text{max}}$ , тн/ч определяется по формуле

$$\sum D_{\text{пв}} \times t / 0,85 \times 60 \quad (3.1)$$

где  $\sum D_{\text{пв}}$  – суммарный расход питательной воды;

$t$  – время запаса, мин.;

0,85 – коэффициент заполнения бака аккумулятора;

$$\sum D_{\text{пв}} = D_{\text{пв}} \times n \quad (3.2)$$

где  $D_{\text{пв}}$  – расход питательной воды;

$n$  – число котлов

$$D_{\text{пв}} = D_{\text{пе}} + D_{\text{прод}}$$

где  $D_{\text{пе}}$  – производительность котла;

$D_{\text{прод}}$  – продувка котла

$$D_{\text{пв}} = 420 \times 0,005 + 420 = 422,1$$

$$\sum D_{\text{пв}} = 422,1 \times 4 = 1688,4 \text{ т/ч}$$

Запас вод

$$V_{\text{б}} = \frac{1688,4 \times 7}{60 \times 0,85} = 231,741 \text{ м}^3$$

По  $\sum D_{\text{пв}}$  определяем число и производительность деаэрационных колонок, а по запасу воды определяем ёмкость и число баков аккумуляторов. Принимаем к установке деаэраторы типа ДП-500/65 в количестве 4 единиц, производительностью 500 т/ч. Абсолютное давление 0,6 МПа. Ёмкость бака-аккумулятора – 65 м<sup>3</sup>

#### **4. Определение потребности станции в технической воде, выбор циркуляционных насосов.**

На основании справочных данных осуществляется расчёт расхода технической воды в схему станции, выбор циркуляционных насосов в соответствии с НТП.

*Пример:*

Расход технической воды  $W_{\text{тех.в}}$ , тн/ч, определяется по формуле:

$$W_{\text{тех.в}} = \sum W_{\text{к}} + 0,6 \times W_{\text{к}} \times (n - 2) \times W_{\text{мо}} + W_{\text{го}} + W_{\text{подш}} \quad (4.1)$$

где  $\sum W_{\text{к}}$  – расход воды на конденсатор;

$$\sum W_{\text{к}} = 24000$$

$W_{\text{го}} = 0,04 \times 24000 = 960 \text{ м}^3/\text{ч}$  – расход технической воды на газоохладители генераторов;

$W_{\text{мо}} = 0,02 \times 24000 = 480$  – расход технической воды на охлаждение подшипников.

$$W_{\text{тех.в}} = 2 \times 8000 + 480 + 960 + 192 = 17632 \text{ м}^3/\text{ч} \dots\dots\dots$$

#### **5. Определение часового расхода энергетических и водогрейных котлов.**

Осуществляем расчёт определения часового расхода энергетических и водогрейных котлов.

*Пример:*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА НА ТЭЦ

Тепловая мощность парогенератора  $Q_{пе}$ , ГДж/ч, определяется по формуле

$$Q_{пе} = D_{пе} \times (i_0 - t_{пв}) + D_{прод} \times (t_{бн} - t_{пв}) \quad (5.1)$$

где –  $D_{пе}$  – производительность котла в расчетном режиме;

$D_{прод}$  – потеря с продувкой;

$t_{бн}$  – энтальпия пара в барабане котла;

$i_0$  – энтальпия свежего пара.

$$Q_{пе} = 420 \times (3500 - 1018) + 420 \times 0,005 \times (1612 - 1020) = 1043,69 \text{ ГДж/ч.}$$

**6. Описание схемы, топливного хозяйства станции на твердом топливе и её оборудование.**

**7. Выбор схемы пылеприготовления и её оборудование.**

**8. Выбор схемы мазутного хозяйства и её оборудование.**

**9. Описание схемы газового хозяйства станции.**

Данные разделы выполняются в расчётной и описательной форме на основании материала с преддипломной практики (на примере представлен фрагмент расчета схемы топливного хозяйства, схема топливного хозяйства)

*Пример:*

Мазутное хозяйство электростанции состоит из комплекта сооружений, устройств, аппаратов и агрегатов, предназначенных для приёма, хранения, подготовки и подачи жидкого топлива в котельную. К нему предъявляются определённые требования, связанные с недопустимостью даже кратковременного прекращения подачи топлива, т.к. это приводит к неминуемой остановке котлов. Поэтому мазутное хозяйство должно обеспечивать абсолютную надёжность подачи топлива, иметь простую технологическую схему, достаточный резерв и быть простым в обслуживании.

В наибольшей степени это относится к мазутным хозяйствам тепловых электростанций, снабжающих технологическим паром крупные промышленные комплексы нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических заводов. Мазутохранилища служат для хранения и создания запаса необходимого количества мазута. Предусматриваются металлические или железобетонные резервуары ёмкостью 1000 - 2000 м<sup>3</sup> растопочных мазутохозяйств, 5000 м<sup>3</sup> основных - при подаче мазута по трубопроводам, и 10000, 20000, 30000, 50000 м<sup>3</sup> - при подаче мазута железнодорожным транспортом.

Резервуары оборудуются устройством для приёма, подогрева и выдачи мазута, приборами для замера уровня, отбора пробы мазута.

Группа резервуаров имеет общие магистрали: напорную мазутную от перекачивающих насосов. Для предотвращения отстоя мазута и для его разогрева предусматривают рециркуляцию мазута...

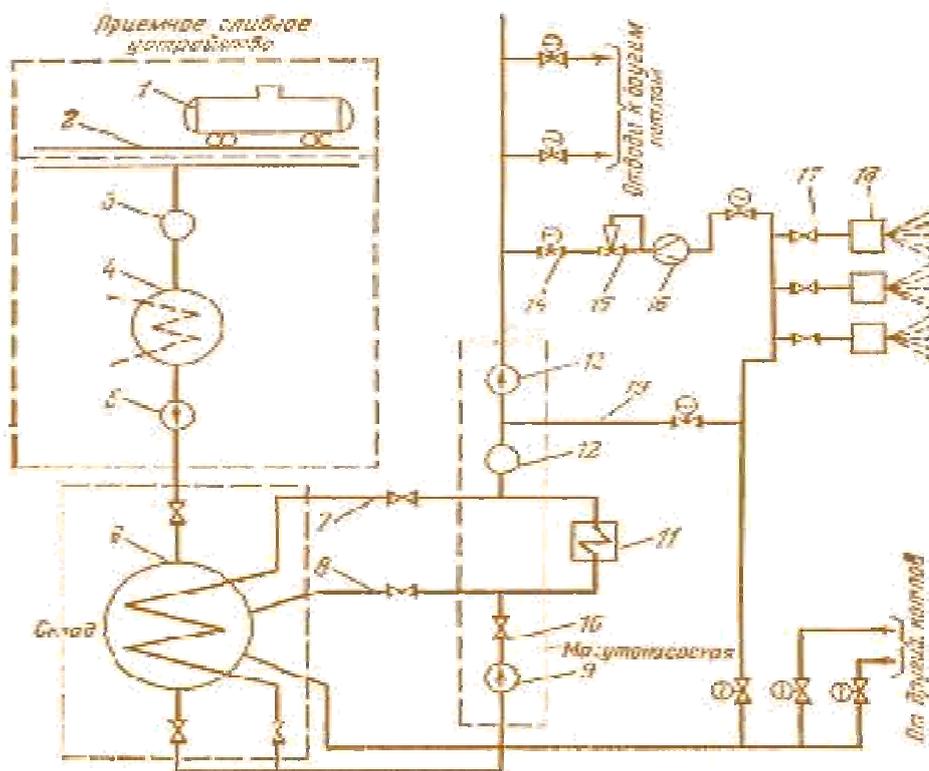


Рисунок 1 – Технологическая схема мазутного хозяйства ТЭЦ.

- 1 – цистерна; 2 – сливное устройство; 3 – фильтр грубой очистки; 4 – приёмный резервуар; 5 – перекачивающий насос; 6 – основной резервуар;  
 7, 8, 19 – линии рециркуляции мазута; 9 – насос первого подъема; 10 – обратный клапан;  
 11 – подогреватель мазута; 12 – фильтр тонкой очистки; 13 – насос второго подъёма;  
 14 –запорная задвижка; 15 – регулятор расхода; 16 – расходомер;  
 17 – задвижка; 18 – форсунки котла

Пример расчёта мазутного хозяйства:

Ёмкость мазутохранилища

$$V = 20 \times \eta \times B_{\text{э}} \times t_{\text{г}} \times V + 24 \times B_{\text{ПВК}} \times t_{\text{gm}}$$

где  $\eta$  – число энергетических котлов

$B_{\text{э}}$  – расход топлива на энергетический котёл при номинальной теплопроизводительности (Д)

$t_{\text{г}}$  – время запала для энергетических котлов

$B_{\text{ПВК}}$  – расход топлива на водогрейный котёл при номинальной теплопроизводительности.

Расчётный суточный расход мазута определяется исходя из 20-и часовой работы всех энергетических котлов и при 24-х часовой работе водогрейных.

$$V = 20 \times 34 \times 5 \times 1 \times 1 + 24 \times 11,17 \times 10 \times 1 = 6080,8 \text{ м}^3$$

Приняты резервуары ёмкостью 5000 м<sup>3</sup> 2 штуки. Оборудование основного мазутного хозяйства должно быть рассчитано на непрерывную подачу мазута. В котельный цех при работе всех парогенераторов с учётом рециркуляции мазута в пределах мазутного хозяйства, в пределах каждого котла, в обратной линии. Принята 2-х подъёмная схема подачи мазута в котельный цех.

Производительность насосов мазутного хозяйства при выделенном контуре циркуляционного подогрева.

$$Q = (V_{\text{ЭПЭ}} \times n + V_{\text{ПВК}}) \times K \times V_{\text{М}}^3/\text{ч}$$

где  $V_{\text{ЭПЭ}} + V_{\text{ПВК}}$  – расход топлива на энергетический и водогрейный котёл;

$n$  – число энергетических котлов

$K$  – коэффициент, учитывающий рециркуляцию мазута (принято 1,2%)

$$Q = (34 \times 5 + 11,17) \times 1,2 \times 1 = 217,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор насосов второго подъёма должны обеспечивать давление перед форсунками 2,0 - 4,0 МПа. В каждой группе насосов 1 и 2 подъёмов должно быть кроме рабочих насосов по 1 резервному и 1 ремонтному.

Принимаем к установке насосы:

1 ступень – 5НК-9х1 – 5 штук (3 рабочих, 1 резервный, 1 ремонтный), подача 70 м<sup>3</sup>/ч, напор 54 м.

2 ступень – 5Н-5х4 – 5 штук (3 рабочих, 1 резервный, 1 ремонтный), подача 98 м<sup>3</sup>/ч, напор 320 м.

Производительность насосов циркуляционного подогрева:

$$Q_{\text{УР}} = 0,5 \times Q, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_{\text{УР}} = 0,5 \times 217,4 = 108,7$$

Принимается к установке насос типа 6НК-9х1 – 2 шт. подача 120 м, напор 65 м.

Подача мазута в котельный цех производится по двум мазутнымпроводам, каждый из которых рассчитан на 75% производительности с учётом рециркуляции.

Диаметр мазутопровода

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{W_{\text{м}}}}, \text{ мм}$$

где  $W_{\text{м}}$  - скорость мазута принимается 1,5 - 2 м/сек.

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,75 \times 217,4}{1,5}} = 196 \text{ мм}$$

Принимаем трубопровод 200х8/Ст. 20

### **10. Выбор тягодутьевых установок.**

В данном пункте подробно описать устройство и принцип работы тягодутьевых механизмов. Выбор ТДУ (расчёт и выбор типа вентиляторов и дымососов осуществлять по справочным материалам).

*Пример:*

Тягодутьевые установки обеспечивают тягу и дутьё дымовых газов, рециркуляцию дымовых газов (для регулирования температуры перегретого пара, борьбы со шлакованием и уменьшением окислов азота).

Выбор тягодутьевых машин производится по расчётной производительности и приведённому напору.

Основными устройствами ТДМ являются дымососы и вентиляторы. Выбор типа ТДМ зависит от размера машины, производительности по расчётной производительности и расчётному напору, которая определяется аэродинамическим расчётом котла.

Выбор дымососа:

Расчётная производительность машины

$$Q_p = \beta_1 \times V \times 760 / h_{\text{бар}}$$

где  $\beta_1 = 1,1$  – коэффициент запаса по производительности;

$V$  – объем дымовых газов, м<sup>3</sup>/ч;

$h_{\text{бар}}$  – барометрическое давление, 760 мм. рт.ст. (принимаем).

Объём продуктов сгорания  $V$ , м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле

$$V = V_{\text{д}} = \frac{B_p \times (V_{\text{уч.г.}} + \Delta \alpha \times V^0) \times (t_{\text{ух.г.}} + 237)}{273} \text{ м}^3/\text{ч} \dots \dots \dots$$

### 11. Выбор дымовой трубы с краткой технической характеристикой.

Данный пункт выполняется в виде расчёта и выбора высоты дымовой трубы, устья дымовой трубы в соответствии с методическими указаниями по выполнению дипломного проекта.

Пример:

#### ВЫБОР ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Расчёт и выбор дымовых труб ведётся по расходу топлива при максимальной электрической мощности, средней температуре самого холодного месяца. Количество труб должно быть максимальным, а высота должна обеспечивать предельную концентрацию вредных примесей на уровне дыхания человека. Ориентировочно принимаем трубу высотой 180 м, с диаметром устья 7,2 м.

Высота дымовой трубы  $H$ , м, определяется по формуле

$$H = P \times \sqrt{A \times F \times m \times n \times \left( \frac{N_{\text{so2}}}{C_{\text{so2}}} + \frac{M_{\text{no2}}}{C_{\text{no2}}} \right) \times \sqrt[3]{\frac{Z}{V_{\text{сек}} \times \Delta T}}}$$

где  $P$  – коэффициент, учитывающий число стволов в трубе;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий осаждение примесей в атмосфере.

$W$  – скорость продуктов сгорания, м/сек, определяется по формуле

$$W = \frac{4 \times V_{\text{сек}}}{(N \times \pi \times d_0^2)}$$

где  $d_0$  – диаметр устья, м;

$N$  – число труб;

$V_{\text{сек}}$  – секундный расход газов, м<sup>3</sup>/сек, определяется по формуле

$$V_{\text{сек}} = \frac{(V_{\text{д}} \times n)}{3600}$$

где  $V_{\text{д}}$  – объём продуктов сгорания (из расчёта дымососа);

$n$  – число котлов.

$$V_{\text{сек}} = \frac{424692,3 \times 5}{3600} = 589,85 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$m$  – коэффициент, учитывающий условие выхода из дымовой трубы, зависит от скорости газов в устье трубы;

$n$  – безразмерный коэффициент, определяется в зависимости от  $V_M$

$$V_M = 0,65 \times \sqrt{\frac{V_{\text{сек}} \times \Delta T}{H}},$$

где  $T$  – разность между температурой газов и средней температурой самого

жаркого месяца,  $0C$ , определяется по формуле

$$T = t_{\text{ухг}} - t_{\text{жм}}$$

где  $t_{\text{ухг}}$  – температура уходящих газов,  $^{\circ}C$ ;

$t_{\text{жм}}$  – средняя температура самого жаркого месяца,  $^{\circ}C$ .

$$T = 135 - 20 = 115^{\circ}C$$

$$V_M = 0,65 \times \sqrt[3]{\frac{589,85 \times 115}{180}} = 4,7$$

т.к.  $V_M > 2$ , то  $n = 1$ .

Выброс окислов азота

$$M_{\text{NO}_2} = 0,034 \times B_1 \times K \times V_{\text{сек}} \times Q_{\text{H}}^p \times \frac{1-q}{100}$$

$$K = \frac{12 \times D_{\text{пв}}}{200 \times D_{\text{пв}}}; \quad K = \frac{12 \times 420}{200 + 420} = 8,12$$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,034 \times 0,7 \times 8,12 \times 39,7 \times 38800 \times \frac{1-0,5}{100} = 296,19$$

$$M_{\text{SO}_2} = (2 \times 10^3 \times \frac{S^p}{100}) \times V_{\text{сек}} \times (1 - h_{\text{so}_2}) \times (1 - \frac{q}{100})$$

$$M_{\text{SO}_2} = (2 \times 10^3 \times \frac{3,5}{100}) \times 39,7 (1 - 0,02) \times (1 - \frac{0,5}{100}) = 2736,68$$

$$H = 1 \times \sqrt{200 \times 1 \times 0,9 \times 1 \left( \frac{2736,68}{0,5} + \frac{296,19}{0,2} \right) \times \sqrt[3]{\frac{1}{589,85 \times 115}}} = 175,2$$

К установке принята железобетонная труба высотой 180 м, диаметром устья 7,2 м что обеспечит предельно допустимую концентрацию вредных примесей на уровне дыхания человека.

#### Краткая характеристика дымовой трубы

Дымовая железобетонная труба состоит из 2 оболочек: наружная (несущая) воспринимающая весовые и ветровые нагрузки и внутренняя (защитная) выполненная из красного кирпича на диабазовой замазке. Внутренняя поверхность железобетонного ствола покрывается эпоксидным лаком и стеклотканью. Футеровка затирается диабазовой замазкой с последующим окислением 20% раствором серной кислоты. На верхнем обрезе трубы устанавливают чугунный колпак, собираемый из секций. Труба оборудуется системой грозозащит, сигнальными огнями, светофорными площадками. Для обслуживания устанавливают лестницы с ограждениями. Трубы окрашивают полосами красного цвета шириной 2-2,5 м через каждые 15 м по высоте. Фундаментом трубы служит полный стакан и мощная плита в виде круга.

#### 13. Выбор схемы водоподготовки

Расчёт, выбор и описание схемы выполняется в соответствии с методическими указаниями по дипломному проектированию.

*Пример:*

#### ВЫБОР СХЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ

Район расположения – г. Ишимбай

Река – Белая

Сухой остаток – 263,0 мг/кг

Минеральный остаток – 252,9 мг/кг

Окисляемость по  $O_2$  – 55 мг/кг

$$Ж_0 = 4,5 \text{ мг/дм}^3$$

$$Ж_к = 3,54 \text{ мг/дм}^3$$

$$Ж_{н.к} = 0,96 \text{ мг/дм}^3$$

$$Ca^{2+} = 66,3 \text{ мг/дм}^3$$

$$Mg^{2+} = 14,4 \text{ мг/дм}^3$$

$$Na^+ = 4,14 \text{ мг/дм}^3$$

$$HCO_3^- = 216,0 \text{ мг/дм}^3$$

$$SO_4^{2-} = 37,0 \text{ мг/дм}^3$$

$$Cl^- = 13,0 \text{ мг/дм}^3$$

$$SiO_3^{2-} = 15,0 \text{ мг/дм}^3$$

$$AlO_3 + Fe_2O_3 = 0,3 \text{ мг/дм}^3$$

Выбор предварительной очистки воды

Определение общей щелочности воды

$$\text{Щ}_0^{\text{исх}} = \frac{HCO_3^-}{61};$$

$$\text{Щ}_0^{\text{исх}} = \frac{216}{61} = 3,5 \text{ мг·э/дм}^3 \text{ – вода с повышенной щелочностью;}$$

Определение жесткости воды

Определение общей жесткости воды

$$Ж_0 = \frac{Ca^{2+}}{20,04} + \frac{Mg^{2+}}{12,16};$$

$$Ж_0 = \frac{66,3}{20,04} + \frac{14,4}{12,16} = 4,5, \text{ мг·э/дм}^3$$

Определение карбонатной жесткости

Т.к.  $Ж_0 = \text{Щ}_0$ , то  $Ж_к = \text{Щ}_0 = 3,5 \text{ мг·э/дм}^3$

Определение минерального остатка и органических веществ

Орг. вещ-ва = 4  $O_2$ ,

.....

Описание схемы ВПУ

...т.к. ТЭЦ с барабанными котлами с давлением 13 МПа и  $\Sigma A_{\text{смк}}^{\text{п/о}} = 4,8$  то по НТП применяется двух ступенчатая схема обессоливания.

Технологическая схема ВПУ предочистка-известкование совместно с коагуляцией сернистым железом.

На ХВО вода поступает из турбинного цеха, предварительно подогретая до  $28^\circ\text{C}$ . В хим. цехе вода поступает в осветлители ЦНИ. Осветлитель является важнейшим аппаратом предочистки, в котором протекают основные процессы предварительной обработки воды, а именно удаление воздуха из воды, снижение воды с известью, образование осадка и поддержание его во взвешенном состоянии потоком обрабатываемой воды со взвешенным осадком и её осветление. Из осветлителей вода собирается в баке осветленной воды и затем насосами осветленной воды подается на механические фильтры, которые служат для удаления взвешенных веществ в воде после осветлителей, то есть для глубокого осветления воды. Далее вода подается на обессоливающую установку, состоящую из  $H_1$ ,  $H_2$ , декарбонизатора и  $A_2$ .

$H_1$  – H-катионитовые фильтры 1 ступени предназначены для обмена основной части  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  на катионы водорода  $H^+$ .

$H_2$  – H-катионитовые фильтры 2 ступени – для обмена оставшейся части  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  на катионы водорода  $H^+$ .

Д – декарбонизатор – для удаления свободной углекислоты из обрабатываемой воды.

А<sub>2</sub> – анионитовые фильтры 2 ступени – для обмена гидросильных ионов;

ОН – анионы кремниевой и угольной кислот, оставшихся после декарбонизаторов.

Эксплуатация ионитовых фильтров состоит из следующих операций: фильтрование и регенерация фильтров. В свою очередь регенерация фильтра подразделяется на взрыхление, пропуск раствора и отмывку ионита от остатков рег. раствора и продуктов регенерации.

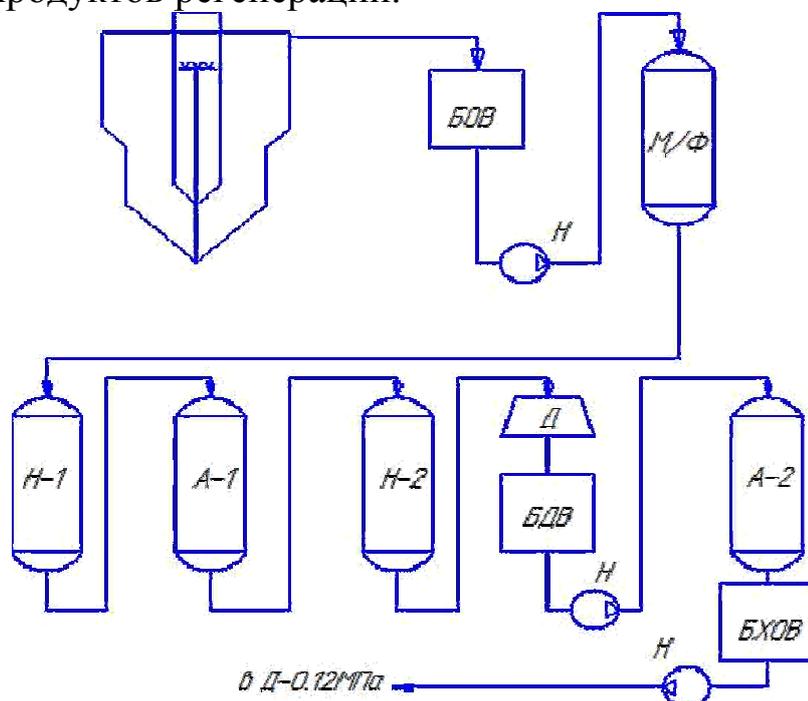


Рисунок 2 – Схема ВПУ

#### **14. Перечень средств автоматизации и тепловых защит котлов турбин (блока).**

Автоматизация технологического процесса – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

В данном пункте указывают роль автоматизации при ведении технологического процесса (в котельном и турбинном цехе), краткую характеристику системы автоматизации, с помощью которой осуществляется контроль и регулирование параметров. В дипломном проекте может быть осуществлена автоматизация управления технологическими параметрами всего технологического процесса станции, котельного цеха, турбинного цеха или блока. Вопросы автоматизации тепловых защит котлов, турбин (блока) должны быть освещены в пояснительной записке. Данный материал подбираем с преддипломной практике и согласовываем с руководителем от предприятия (станции).

Мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике (в турбинном или котельном цехе). (Охрана труда и промбезопасность).

Данные пункты студент собирает с преддипломной практики и согласовывает с руководителем от предприятия (станции).

Класс установки по взрывоопасности, категорию по пожароопасности, группу по санитарным нормам. Основные опасности производства (характеристика пожароопасных масел, топлив).

Промышленная безопасность

Общие и специфические требования безопасности технологического процесса.

Разработка мероприятий по предупреждению инцидентов на технологическом блоке.

*Пример:*

### МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОТЕЛЬНОМ ЦЕХУ

Помещения и рабочие места котельного цеха должны отвечать требованиям общих Правил техники безопасности к помещениям тепловых цехов электростанции. На рабочих местах должно быть оборудовано аварийное освещение, позволяющее вести наблюдение за показаниями приборов и за работающим оборудованием, а также производить необходимые переключения при аварийных положениях на электростанции.

По смене должны передаваться аккумуляторные фонари, при помощи которых можно осматривать оборудование в местах, где нет аварийного освещения. В котельном цехе должны иметься противопожарные устройства: пожарные краны с брандспойтами, огнетушители, ящики с песком, брезент и инвентарный инструмент, предусмотренный Правилами противопожарной охраны.

Смазочные масла в небольшом количестве можно хранить на рабочих местах в специально предназначенных для этой цели металлических ящиках. Для обтирочного материала также должны быть закрытые ящики с отделениями для чистого и грязного обтирочного материала.

Все лестницы, площадки, переходы и перила к ним должны быть исправными. Ступени металлических лестниц, металлические площадки и мостики должны выполняться из рифленой стали или из гладкого листа с насечкой или наплавленным металлом. Высота перил у лестниц, площадок и переходов должна быть не менее 1 м с облицовкой внизу высотой 15 см.

Различные каналы и люки колодцев в конденсационном помещении должны быть перекрыты заподлицо с полом. Полы помещения котельного цеха должны быть чистыми и сухими. Пролитое масло должно немедленно вытираться. Все горящие поверхности, могущие причинять ожоги, должны иметь тепловую изоляцию. В цехе должна иметься аптечка с перевязочным материалом и медикаментами, необходимыми для оказания первой помощи...

Разработка мероприятий по охране окружающей среды от вредных выбросов на ТЭЦ.

Данный раздел проекта студент собирает с преддипломной базы практики (отдел экологов, ПТО).

Перечень отходов (жидких и твердых), сточных вод, выбросов в атмосферу при производстве продукции и методы их утилизации, переработки. Нормы и требования, ограничивающие вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду.

*Пример:*

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ

На действующих ТЭЦ внедрены следующие мероприятия по снижению выбросов вредных веществ в окружающую среду:

- перевод всех котлов на сжигание топлива с малыми избытками воздуха;
- рециркуляция дымовых газов в воздушные каналы горелок;
- работа паровых котлов с прямоточными горелками и двухступенчатое сжигание топлива.

В период неблагоприятных метеорологических условий (туман, штиль, высокое атмосферное давление) для снижения воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду предусмотрены мероприятия по временному снижению выбросов на 15-40%.

Примеси, заключающиеся в дымовых газах, загрязняя атмосферу, оказывают при определенной концентрации весьма вредное влияние на человеческий организм и растительный мир, а также увеличивают износ механизмов, интенсифицируют процессы коррозии металла, разрушающе действуют на строительные конструкции, здания и сооружения.

Снижение выбросов окислов азота в атмосферу.

Количество образующихся окислов азота увеличивается с ростом температуры, избытком воздуха и времени пребывания газов в зоне реагирования. Образование окиси азота заканчивается в топке, в конвективных газоходах только 1-2% окиси азота окисляются до двуокиси, таким образом основным продуктом при высокотемпературном сжигании топлива является окись азота, которая при выходе в атмосферу и естественном разбавлении медленно окисляется до двуокиси.

Основным мероприятием по снижению выбросов окислов азота в атмосферу является непосредственное воздействие на процесс из образования в топочных камерах котлов.

Образование окислов азота при сгорании топлива уменьшается как при снижении температуры горения, так и при снижении концентрации кислорода и длительности пребывания продуктов сгорания в зоне высоких температур.

В настоящее время уменьшить образование окислов азота в дымовых газах возможно применением режимно-технологических мероприятий по рециркуляции дымовых газов в зону повышенных температур.

Также практическое применение нашли методы:

- снижение температурного уровня в топке, который реализуется путем установки большего числа горелок, расположения горелок в несколько ярусов по высоте, применением двухсветных экранов;

- впрыск пара или влаги в топку (применяют на газомазутных котлах), что снижает выбросы окислов азота на 20-30%, но требует затрат теплоты на парообразование и увеличение потерь с уходящими газами. Этот метод целесообразен в аварийных ситуациях, особенно при неблагоприятных метеорологических условиях;
- двухступенчатое сжигание топлива, при котором через все горелки подают топлива с недостатком воздуха, а в конечную часть факела вводят недостающий для полного сгорания воздух;
- снижение коэффициента избытка воздуха в топке, что приводит к снижению выбросов окислов азота. Предел применимости этого способа заключается в появлении в продуктах сгорания CO и H<sub>2</sub>, т.е. увеличение горючих веществ, что приводит к увеличению интенсивности шлакования и увеличению высокотемпературной коррозии экранов...

### 15. Специальное задание (спецвопрос)

Данный раздел проекта выполняется в основном в расчётной и описательной форме, а именно:

- тепловой или гидравлический расчёт данного элемента;
- выбор с помощью справочного материала типа и вида данного элемента оборудования;
- конструкция оборудования;
- принцип действия оборудования;
- презентация.

Пример 1:

### РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ ТУРБИН

Вал ротора паровой турбины устанавливается в опорных подшипниках, которые воспринимают и передают на детали статора радиальные нагрузки от собственного веса валопровода; его неуравновешенных центробежных сил и расцентровок; аэродинамических сил, возникающих в проточной части и уплотнениях турбины

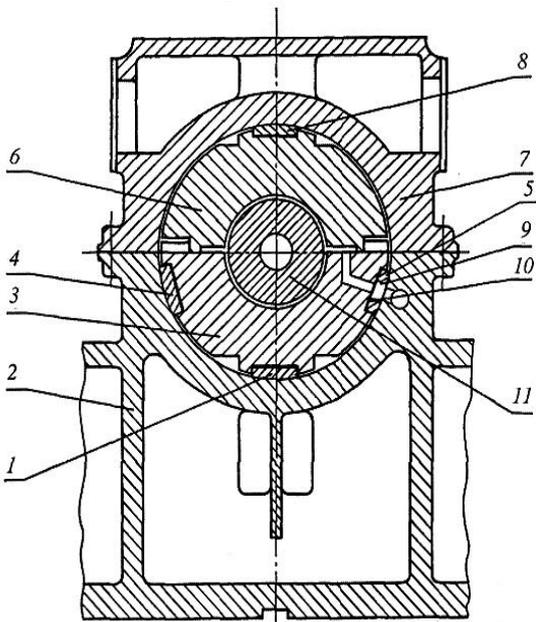


Рисунок 3 – Установка вкладыша опорного подшипника в корпусе

- 1,4,8 – регулируемые опорные колодки;
- 2 – корпус подшипника;
- 3 – нижняя половина вкладыша;
- 5 – регулируемая опорная колодка с отверстием маслоподвода и дроссельной шайбой;
- 6 – верхняя половина вкладыша;
- 7 – крышка корпуса подшипника;
- 9 – канал маслоподвода;
- 10 – регулируемая прокладка;
- 11 – опорная шейка ротора.

В паровых турбинах применяются только подшипники скольжения с жидкостным трением, в которых между вращающимися и неподвижными деталями при нормальной работе существует тонкий слой смазки.

Вкладыши подшипников изготавливаются из чугуна марки СЧ-21 40. Вкладыши самоустанавливающихся, комбинированных и сегментных подшипников, а также обойм выполняются из поковок низкоуглеродистых сталей марок Ст. 10, Ст. 15. В качестве антифрикционного материала для заливки подшипников применяется баббит марки Б-83, имеющий следующий состав, %: олово – 83, сурьма – 11, медь – 6.

В паровых турбинах большой единичной мощности для предотвращения возникновения низкочастотной вибрации применяются сегментные подшипники, которые представляют собой регулируемую обойму с четырьмя и более самоустанавливающимися в ней опорными сегментами...

*Пример 2:*

## ВЫБОР ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ И СИСТЕМЫ ШЛАКОЗООУДАЛЕНИЯ

### 1. Выбор золоуловителей

Определяем минимально допустимый проскок золы через золоуловитель, когда определяющим фактором выбора высоты дымовой трубы является содержание  $SO_2$  в дымовых газах  $C_{зу}^{max}$

$$C_{зу}^{max} = S^P / A^P \times g_4 \times Q_H^P / 8100 \times \alpha_{yn}$$

где  $S^P$  – содержание серы 1,7%

$A^P$  – зональность топлива 16,7% теплота

$Q_H^P$  – сгорания топлива, ккал/кг

$g_4$  – потеря тепла с механическим недожегом

$\alpha_{yn}$  – для золы, из парогенератора

$$C_{зу}^{max} = 1,7 / 16,7 \times 4 \times 6100 / 8100 \times 0,7 = 0,128$$

Определяем минимально необходимое значение КПД золоуловителя:

$$n_{зу}^{шт} = 1 - C_{зу}^{max}$$

$$n_{зу}^{шт} = 1 - 0,123 = 0,877$$

$$n = 0,877$$

Значению отвечают мокропрутковые скруббера и электрофилтры. Согласно НТП мокропрутковые скруббера могут быть использованы при  $t > 130^\circ C$

На котлах приняты к установке электрофилтры. Выбор произведем по общему расходу газов

$$V = 346 \times 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тип электрофилтра ПКОС-3-50 в количестве 2-х единиц, производительность  $360 \times 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$ , степень улавливания 0,96-0,98...

Данный раздел проекта выполнен в соответствии с методическими указаниями по дипломному проектированию экономической части (расчёт ТЭП). В экономической части дипломного проекта рассчитывают технико-экономические показатели станции. Расчёт выполняют в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой (дипломной) работы по дисциплине «Основы экономики на станции».

*Пример:*

### РАСЧЁТЫ СРЕДНЕГОДОВЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЭЦ

Абсолютные вложения капитала в строительство блочных ТЭЦ при разнотипном оборудовании, тыс. руб.

$$K_{ст} = (K_{бл}^Г + \sum K_{бл}^П + \sum K_{в.к.}) k_{р.с} \times k \times k_{и}^{кап} \quad (14.1)$$

где  $K_{бл}^Г$  – капиталовложения в головной (первый) блок, тыс. руб;

$K_{бл}^П$  – капиталовложения в каждый последующий блок, тыс. руб;

$k_{р.с}$  – коэффициент, учитывающий территориальный район строительства станции;

$k$  – коэффициент, учитывающий систему технического водоснабжения;

$k = 1,0$  – при оборотной системе технического водоснабжения;

$k_{и}^{кап}$  – коэффициент инфляции по вложениям капитала;

$K_{ст} = (486430 + (310780 + 310780 + 486430) + 67275) \times 1,06 \times 1,0 \times 3,8 = 6693307,46$  тыс.руб.

#### 14.2 Удельные вложения капитала в электростанцию, руб/кВт

Удельные вложения капитала позволяют определить стоимость 1 кВт установленной мощности, которая зависит от многих факторов: типа турбин, котлов, их мощности и количества, параметров пара; применяемых схем технологических связей: местных условий строительства: вида используемого топлива.

$$K_{уд} = \frac{K_{ст}}{N_{у}} \quad (14.2)$$

где  $K_{ст}$  – абсолютные вложения капитала в строительство электростанции, тыс. руб,

$N_{у}$  – установленная мощность станции, МВт.

$$K_{уд} = \frac{6693307,46}{220000} = 30424,12 \text{ руб/кВт,}$$

#### 14.3 Часовой отпуск пара на производство из отборов турбин, т/ч

$$\sum D_{п}^ч = \frac{(70+80)\%}{100} \times (D_{п1}^н \times n_{т1} \times D_{п2}^н \times n_{т2}) \quad (14.3)$$

где  $D_{п}^ч$  – номинальный расход пара в производственный отбор (противодавления), т/ч;

$n_{т}$  – количество однотипных турбин, имеющих производственный отбор (противодавление). шт;

$$\sum D_{п}^ч = \frac{80}{100} \times (150 \times 2 + 400 \times 2) = 880 \text{ т/ч,}$$

14.4 Годовой расход пара из производственных отборов (противодавления) турбин, тыс. т/год,

$$D_{\text{п}}^{\text{г}} = \sum D_{\text{п}}^{\text{ч}} h_{\text{пр}} \cdot 10^{-3} \quad (14.3)$$

### Заключение

В заключении студент должен в сжатой и конкретизированной форме подвести итоги всех частей дипломного проекта (технологической, экономической). Заключение не должно содержать новых сведений, фактов, аргументов и т. п. Из текста заключения должно быть ясно, что цель и задачи дипломного проекта полностью выполнены.

Требования к оформлению пояснительной записки (ГОСТ 2.105-95).

Пояснительную записку оформляют в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам».

Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 с рамкой и основной надписью для текстовых конструкторских документов в соответствии с ГОСТ 2.104-68 (Приложение 3):

- расстояние от текста до рамки слева не менее 5 мм, а справа – не менее 3 мм, от текста до рамки снизу и сверху – не менее 10мм;
- шрифт Times New Roman кегль (размер) 14 пт. Допускается при больших объемах текста в таблицах уменьшать кегль шрифта, но не менее 10 пт;
- абзац начинают отступом (красной строкой) не менее 1,25 мм от рамки;
- текст в абзацах выравнивают «по ширине»;
- интервал между строками в абзаце – 8 мм. Допускается уменьшать междустрочный интервал при больших объёмах текста в таблице.

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозная. Первый номер присваивается (устно, без записи) титульному листу. Первая запись номера листа делается в основной надписи листа «Содержание», последняя запись на листе «Список использованных источников».

Более подробно требования к оформлению текстовой части описаны в методических рекомендациях по оформлению пояснительной записки к дипломному и курсовому проекту.

### Требования к графической части

Выполняют чертежи в строгом соответствии с требованиями ЕСКД на листах формата А1 (594x841мм) в чертёжно-графических редакторах КОМПАС, AutoCAD или редакторе Microsoft Visio. Допускается исполнение чертежа карандашом. При изображении оборудования на технологической схеме требуется соблюдать пропорциональность. Всем видам оборудования, изображенных на технологической схеме, присваивают номера позиций, которые сохраняются за данным аппаратом в пояснительной записке дипломного проекта. Номер позиции оборудования состоит из двух частей: сначала указывают условное обозначение типа оборудования и указывают порядковый номер без пробела, например К1 (колонна), Т1 (теплообменник), Н1 (насос).

На чертеже технологической схемы в правой её части над основной надписью – штампом располагают экспликацию (Приложение М). В данной экспликации приводят перечень оборудования, указанного на схеме. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

На технологической схеме стрелками показывают направления потоков. В правой нижней части схемы приводят перечень обозначений веществ в виде таблицы.

Чертёж общего вида должен содержать следующие сведения:

- изображение изделия (аппарата, машины), необходимые виды, разрезы и сечения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия;
- основные размеры – конструктивные, присоединительные и габаритные;
- вид или схему с действительным расположением штуцеров, люков, лап и т.д.;
- таблицу назначения штуцеров, патрубков и т.п.;
- техническую характеристику;
- перечень составных частей изделия.

На виде изделия (аппарата) сверху необходимо показать действительное расположение штуцеров, бобышек, люков и т.п.; при отсутствии вида сверху его следует вычертить схематически, проставив условные обозначения штуцеров, бобышек, люков и т.п.

### Защита дипломного проекта

Защита дипломного проекта проводится на открытом заседании ГЭК (Государственная экзаменационная комиссия). К защите дипломного проекта допускают студентов, завершивших обучение по основной профессиональной образовательной программе специальности 13.02.01 *Тепловые электрические станции*. На защиту предоставляют:

- пояснительную записку;
- графическую часть (тепловая схема станции, план (компоновка) турбинного или котельного цеха, разрез котельного или турбинного цеха, спецвопрос проекта, презентация);
- отзыв руководителя ДП;
- рецензия на ДП;

Защита ДП представляет собой чётко регламентированную процедуру. Доклад может сопровождаться презентацией. На выступление дипломника отводится 15 минут, по окончании доклада члены ГЭК задают вопросы. В целом на защиту одного дипломного проекта отводится примерно 45 минут. Оценки по итогам защиты выпускной квалифицированной работе выставляются на закрытом заседании, большинством голосов членов ГЭК. В общей оценке защиты учитываются:

- содержание выпускной квалификационной работы (ВКР);
- оформление ВКР;
- содержание доклада и презентации;

- содержание портфолио;
- ответы на дополнительные вопросы

### Требования к электронной презентации

1. Презентацию создают в программе Power Point. Рекомендуемое количество слайдов 10-15.
2. На первом слайде указывают наименование колледжа, направление подготовки (специальность), тема дипломного проекта, ФИО выпускника и руководителя.
3. На втором слайде отражают актуальность.
4. На третьем слайде необходимо указать цель и задачи ДП.
5. На четвёртом и последующих слайдах, отражаются содержание основной части ДП (наиболее значимые моменты).
6. Слайды, посвящённые практической части ДП, могут быть проиллюстрированы фотографиями/видео с мест преддипломной практики.
7. Два последних слайда должны содержать заключение (выводы) по итогам выполнения ДП
8. Презентацию выполняют в едином стиле, разрешается использовать не более 2 элементов анимации на каждом слайде.
9. Текстовый материал должен быть написан достаточно крупным шрифтом (не менее 20 размера)
10. На одном слайде **не следует размещать много текстовой информации** (не более 2 определений или не более 5 тезисных положений).
11. Цветовая гамма и использование анимации не должны препятствовать адекватному восприятию информации. Наиболее воспринимаемые сочетания цветов шрифта и фона – белый на темно-синем, белый на пурпурном, черный на белом, желтый на синем.
12. Демонстрацию презентации проводят в ручном режиме. Продолжительность презентации – 10-15 минут (в зависимости от текста доклада).

### Информационное обеспечение

1. Трухницкий А.Д. Стационарные паровые турбины – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 640 с.
2. Костюк А.Г., Фролов В.В. Турбины тепловых и атомных электрических станций – М.: издательство ИЭИ, 2001. – 452с.
3. Бадагуев Б.Т. Эксплуатация тепловых энергоустановок: Безопасность при эксплуатации. Приказы, инструкции, журналы, положения – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2013. – 208 с.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Издательство «Омега-П», 2015. – 256 с.
5. Теплоэнергетические установки: сборник нормативных документов. – М.: ЭНАС, 2013. – 384 с. (нормативная база).
6. Теплоэнергетические установки: сборник нормативных документов. – М.: ЭНАС, 2013. – 384 с. (нормативная база).

Министерство образования и науки Самарской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области

**«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»  
(ГБПОУ «СЭК»)**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
дипломный проект

Студент \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О. полностью)

\_\_\_\_\_ (тема)

Программа подготовки специалистов среднего звена  
по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции  
на базе основного общего образования  
углубленной подготовки  
Форма обучения очная

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Зав. кафедрой « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Консультанты \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Самара 201\_\_

*После текста дипломного проекта от руки делается запись:*

Дипломный проект выполнен мной самостоятельно. Все использованные в работе ранее опубликованные материалы имеют соответствующие ссылки на источники.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись студента \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Самарской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области

**«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»  
(ГБПОУ «СЭК»)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Программа подготовки специалистов среднего звена  
по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции

на базе основного общего образования  
углубленная подготовка  
Форма обучения очная

**ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу (дипломный проект)

Студенту \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Группа \_\_\_\_\_

Тема ВКР (дипломного проекта) \_\_\_\_\_

Тема специального задания \_\_\_\_\_

Утверждена приказом по образовательной организации № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Срок сдачи законченной ВКР \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

1. Установленная электрическая мощность станции \_\_\_\_\_ МВт.

2. Тип турбин \_\_\_\_\_

3. Тепловые нагрузки:

3.1. Производная - пар \_\_\_\_\_ мПа, \_\_\_\_\_ т/ч

3.2. Отопительная:

отопление \_\_\_\_\_ ГДж/ч;

горячее водоснабжение \_\_\_\_\_ ГДж/ч.

4. Тип системы горячего водоснабжения \_\_\_\_\_

5. Температурный график теплосети \_\_\_\_\_

6. Вид топлива \_\_\_\_\_  
7. Специальное задание \_\_\_\_\_  
8. Экономическое задание \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

### ВВЕДЕНИЕ

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Выбор типа и количества энергетических и водогрейных котлов и турбин. Проверка надежности работы ТЭЦ.
2. Составление и описание принципиальной тепловой схемы электростанции, ее расчет.
3. Выбор вспомогательного оборудования тепловой схемы станции:
  - 3.1. Оборудование, поставляемое в комплекте с турбиной (выбирается без расчета).
  - 3.2. Выбор деаэраторов, питательных насосов, оборудования теплофикационной установки, подпитки котлов и теплосети.
4. Определение потребности станции в технической воде, выбор циркуляционных насосов.
5. Определение часового расхода энергетических и водогрейных котлов.
6. Описание схемы, топливного хозяйства станции на твердом топливе и её оборудование.
7. Выбор схемы пылеприготовления и ее оборудование.
8. Выбор схемы мазутного хозяйства и ее оборудование.
9. Описание схемы газового хозяйства станции.
10. Выбор тягодутьевых установок.
11. Выбор дымовой трубы с краткой технической характеристикой.
12. Выбор золоуловителей и системы шлакозолоудаления.
13. Выбор схемы водоподготовки.
14. Перечень средств автоматизации и тепловых защит котлов турбин (блока).
15. Специальное задание.
16. Мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике
17. Разработка мероприятий по охране окружающей среды

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 17.1. Расчёт среднегодовых технико-экономических показателей (ТЭП) работы проектируемой электростанции.
- 17.2. Расчёт себестоимости отпускаемой электрической и тепловой энергии.
- 17.3. Сравнение полученных технико-экономических показателей со среднеотраслевыми.

Список используемых источников.

### ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лист 1 \_\_\_\_\_  
Лист 2 \_\_\_\_\_  
Лист 3 \_\_\_\_\_  
Лист 4 \_\_\_\_\_  
Лист 5 \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель ВКР (дипломного проекта (работы)) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Консультант по экономическому разделу \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры « \_\_\_\_\_ »

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год

Студент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

ВВЕДЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7. Выбор типа и количества энергетических и водогрейных котлов и турбин. Проверка надежности работы ТЭЦ.
8. Составление и описание принципиальной тепловой схемы электростанции, ее расчет.
9. Выбор вспомогательного оборудования тепловой схемы станции:
  - 3.1. Оборудование, поставляемое в комплекте с турбиной (выбирается без расчета).
  - 3.2. Выбор деаэраторов, питательных насосов, оборудования теплофикационной установки, подпитки котлов и теплосети.
10. Определение потребности станции в технической воде, выбор циркуляционных насосов.
11. Определение часового расхода энергетических и водогрейных котлов.
12. Описание схемы, топливного хозяйства станции на твердом топливе и ее оборудование.
18. Выбор схемы пылеприготовления и ее оборудование.
19. Выбор схемы мазутного хозяйства и ее оборудование.
20. Описание схемы газового хозяйства станции.
21. Выбор тягодутьевых установок.
22. Выбор дымовой трубы с краткой технической характеристикой.
23. Выбор золоуловителей и системы шлакозолоудаления.
24. Выбор схемы водоподготовки.
25. Перечень средств автоматизации и тепловых защит котлов турбин (блока).
26. Специальное задание.
27. Мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике
28. Разработка мероприятий по охране окружающей среды

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 17.1. Расчет средне-годовых технико-экономических показателей (ТЭП) работы проектируемой электростанции.
- 17.2. Расчет себестоимости отпускаемой электрической и тепловой энергии.
- 17.3. Сравнение полученных технико-экономических показателей со средне-отраслевыми.

Список используемых источников.

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					СЭК.13.02.01.ДП.ПЗ. 05		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Дипломный проект		
Разраб.		Иванов А.У.					
Пров.		Будников Л.Г.					
Н. Контр.		Гюмченкова Г.А.					
Утв.		Ганеев Т.М.					
					Литер.	Лист	Листов
						2	102
					51 Т		









Обозначение графических элементов в соответствии с требованиями ЕСКД  
 Таблица 7.1 – ГОСТ 2.782-96 ЕСКД. Машины гидравлические и пневматические

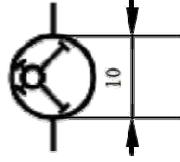
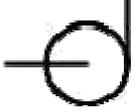
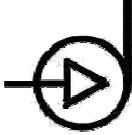
Наименование	Обозначение
Насос радиально-поршневой	
Насос аксиально-поршневой	
Насос центробежный (Н)	
Компрессор (КП)	

Таблица 7.2 – ГОСТ 2.784-96 ЕСКД. Элементы трубопроводов

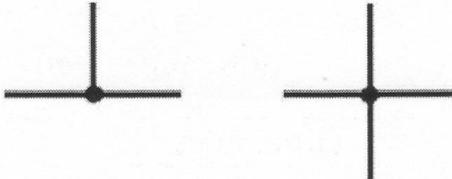
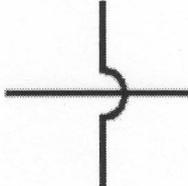
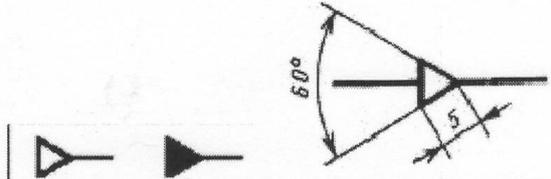
Наименование	Обозначение
Трубопровод линии всасывания, напора, слива	
Трубопровод линии управления, дренажа, выпуска воздуха, отвода конденсата	
Соединение трубопроводов	
Пересечение трубопроводов без соединения	
Поток газа и жидкости	

Таблица 7.3 – Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические

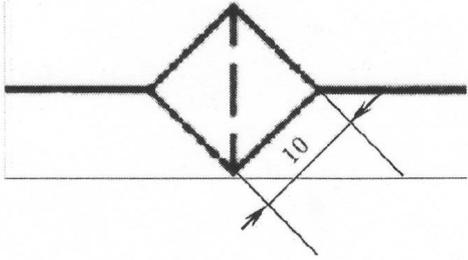
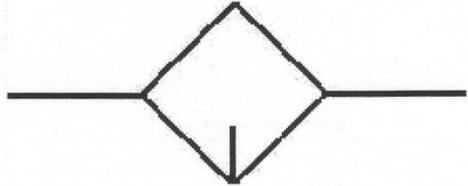
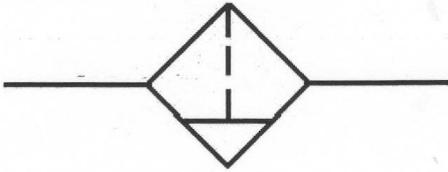
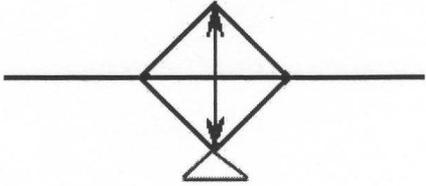
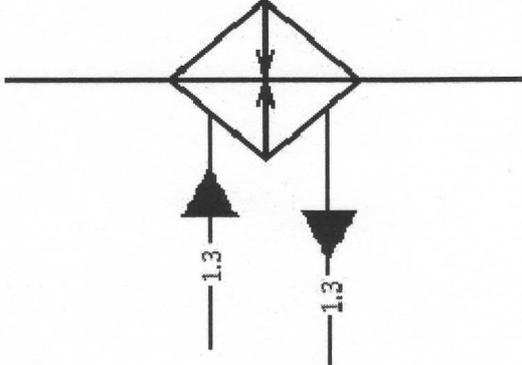
Наименование	Обозначение
Фильтр (Ф)	
Сепаратор (С)	
Фильтр-влагодделитель с ручным отводом конденсата	
Аппарат воздушного охлаждения (АВО)	
Подогреватель с указанием линий подвода и отвода среды (Т)	

Таблица 7.4 – ГОСТ 2.790-74 ЕСКД. Аппараты колонные. (Переиздание 2002)

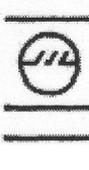
Наименование	Обозначение
Аппарат колонный тарельчатый с колпачковыми тарелками, работающий при атмосферном давлении	
Аппарат колонный тарельчатый со струйными тарелками под давлением выше атмосферного	
Колонна с клапанными тарелками, работающая под давлением ниже атмосферного	
Аппарат колонный с насыпной насадкой	
Тарелки клапанные прямоточные	
Тарелки из S-образных элементов	
Тарелки ситчатые	
Тарелки жалюзийно-клапанные	

Таблица перечня оборудования

15	<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>	15
	20	110	10		
	185				

Пример заполнения таблицы перечня оборудования

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>АВО-1..АВО-5</i>	<i>Аппарат воздушного охлаждения</i>	<i>5</i>	
<i>Х-1,Х-2</i>	<i>Холодильник</i>	<i>2</i>	
<i>К-1</i>	<i>Колонна отбензинивающая</i>	<i>1</i>	
<i>К-2</i>	<i>Колонна атмосферная</i>	<i>1</i>	
<i>Т-1...Т-4</i>	<i>Ребойлер</i>	<i>4</i>	
<i>Н-1...Н-6</i>	<i>Насос</i>	<i>6</i>	

## Содержание

Введение .....	3
Структура и объём дипломного проекта .....	4
Содержание разделов пояснительной записки дипломного проекта .....	5
Технологическая часть .....	6
Экономическая часть .....	20
Заключение .....	21
Требования к графической части .....	21
Защита дипломного проекта .....	22
Требования к электронной презентации .....	23
Информационное обеспечение .....	23
Приложения .....	24